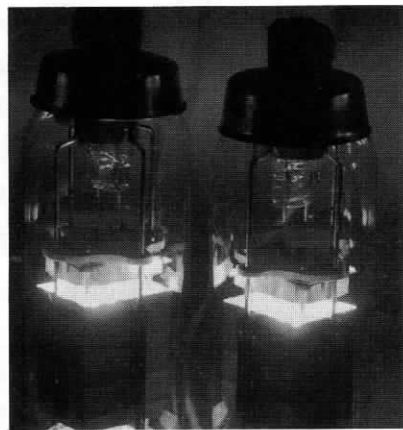
直熱5極送信管 RK-20 A で I_{c2} 合成

スーパー5結PPアンプの製作

ひずみ率は 20 dB 近く減少

藤井秀夫

●ひずみ率と音質の関係を検討

お約束どおり，秋の祭のつもりで赤紫に彩ったアンプを製作していたら，選挙の当選を人殺しの免状と受取った(?)超大国の大統領が，イラクの解放された街へ軍隊を突入させて，いきなり病院を襲い，水道，電気を切断した上で，ウラン灰まじりの爆撃で市民を締めつけてゆくという行状に及びました．いま刻々と子供が死んでいるといいます．

時を同じくして，日ごろこの大統領にののしられていたパレスチナの指導者が急死．病名が不明だそうです．隣には毎日ミサイルで暗殺をやる国があり，超大国の盟友です(日本はほめちぎられていても，幸いこれほどの盟友でない?)．この国自身もいきなりトン級爆弾を落とすなど，どぎもを抜く派手な暗殺行為に及びます．

それでも祭は楽しいことばかりでやるものでなく，自然の精霊に感謝したりなぐさめられたり，怒りをおさめたり，時に怒りをかきたてたり，しばしば喜怒哀楽をそっくり合わせていっしょになったりするためにやるものですから，やはり秋祭風アンプと題して，風流な送信管アンプを製作したいと思います．

○　　○　　○

今月のアンプ製作の動機の大半が管の容貌にあることは，タイトルの写真を見るだけで察してしまわれるでしょう．この RK 20 A という送信管には一目見て惚れこんでしまいました．2カ月前の超大光球と対極的な，丈長の優美な管です．

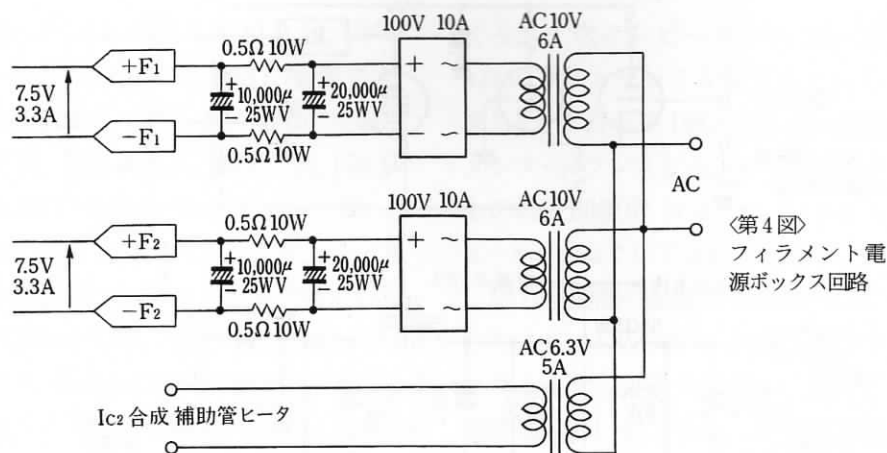
ただ頭にプレート接続ピンだけでなく，放熱板らしき大きな金属笠をかぶっていて危険この上なし．どう保護したものかと思案するうちに，収納箱の奥深くに潜んでしまっていたものです．5 T 31 アンプの正負振り分け電源が好首尾だったので，ようやく人体を危うくしない使いかたを見出せました．この優美な出力管2本を引立てようと，ドライバ管その他の形状や配置をあれやこれや3日間ほど思案し，写真のとおり丈長の管を主体に並べたシャーシ風景になったものです．

幸いにもこの RK 20 A という球，直熱5極管としての特性が流麗で，第2グリッド電流の出力合成，すなわちスーパー5結を新しい手法で実行して，ひずみ率特性の劇的向上を達成できました．8年ぶりに新しいヴァージョンのスーパー5結 PP アンプが出来上がりました．

それで先月に引続いて，ひずみ率の大小と音質との関係について，いっそう突っ込んだ検討を行うことができます．先月は Hi-Fi でないアンプを Hi-Fi に変えればどうなるかの検証でしたが，今月はもともと Hi-Fi であるアンプのひずみ特性を，もっと飛躍的に向上させればどうなるか，という興味深い検討です．

1．直流5極送信管による PP アンプの電力設計

(1) 正ドライブ必須の5極送信管——高電圧高負荷で A 級 PP

もはや球とは絶対に呼べない硬物

〈第4図〉フィラメント電源ボックス回路

ずれも直熱5極管です．直熱5極管のI_{c2}合成は，なぜか神秘的なほどのひずみ率減少を見るのです．

出力に並列に入れた高インピーダンスの補助パワー素子（MOS-FET）にI_{c2}相当信号を入力するものです．I_{c2}信号は第2グリッド電源の供給線から採り出し，トランジスタ・カレント・ミラーで対グラウンドの信号に変換しています．I_{c2}相当より1.5倍ほど上増しした電流の出力への加算によって第3次ひずみが激減し，PPアンプ（A級）では総合ひずみ率が一般的な5極管で1/10以下に，直熱5本管ではさらに数分の1に落ちます．

なぜそうなるかのからくり，およびA級PPである必要性について，先月号で簡単に説明しています．よりくわしくは10年前の製作記をご覧ください．ただし，I_{c2}の1.5倍への増強合成が，球に元来ある3次ひずみ（カソード電流がもともとはらむ3/2乗ひずみの奇数成分）を相殺する数理については，いまだ私にも詳細不明です．

(2) 平衡ライン・トランスでI_{c2}信号を採り出し，補助真空管で合成

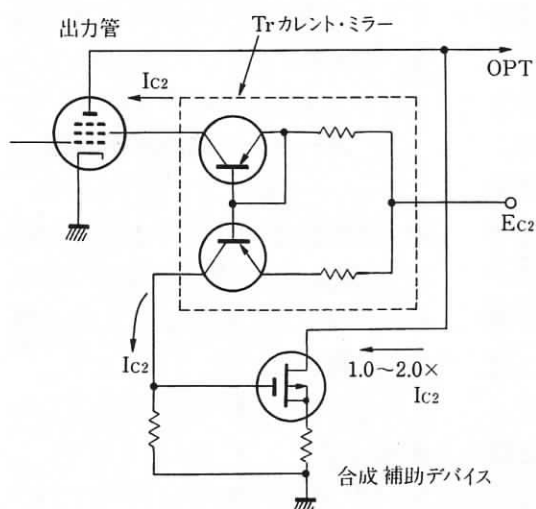
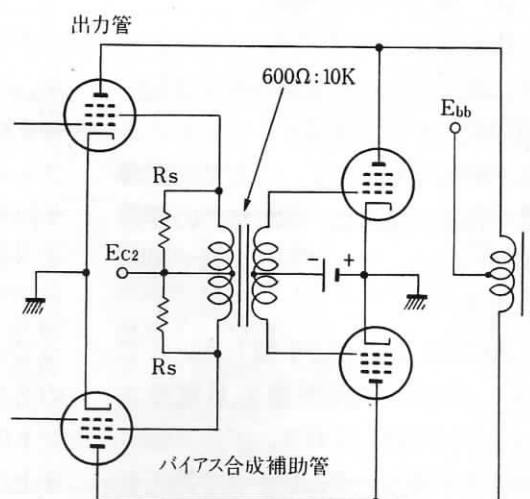
あえて手間をかけてひずみを減らす限りは音質も向上して欲しいので，音質阻害の要因を最少限に抑えましょう．まずトランジスタ・カレンド・ミラーを小型の平衡ライン・トランスに置き換えます．つぎに出力部に重なる合成素子を，パワーMOSから真空管に変えます．**第6図**のとおりです．

変換トランスは脱色要因(ひずみの減退)に，トランジスタは色づけ要因（混濁）になりやすいが，度合は前者がまし，というのがあまり多くない私の経験知識です．先月のG_1電流の採り出しと違って，ドライバ管プレートではなく，G_2電極の根元にトランスを入れます．PP平衡トランスの要領で，採り出した対アース信号を逆相で補助合成管へ送ります．600Ω：600Ωでは十分な大きさの信号電圧を採り出せないので，600Ω：10kΩの昇圧比4倍のTD3(タムラ製）を使いました．1次側には200Ω〜250Ωの電流検出抵抗を加えます．

補助合成素子に真空管を使う最大の動機はRK20Aを引き立てるというデザイン上の思惑なのですが，真空管1本と半導体1個とでは，カソード・ホロワとFETソース・ホロワとの音質阻害度を比較して，前者がよいという結論が出そうです．600VのB電源に平然と耐えられるEL34を，初期プレート電流10mAという深いバイアスで使います．B級動作といえるでしょう．当然に固定バイアスでなければなりません．

理屈上は初期電流をI_{c2}のそれにきっちり照応させなければならないところですが，実際はおおまかで構いません．出力管の無信号時I_{c2}は，先回りしていえば約9mAです．

(3) 合成部にも音質への最大限の心配り

先月のグリッド電流合成の経験か

◀〈第5図〉I_{c2}を合成するスーパー5結の原初的な回路

〈第6図〉▶高音質を期待する新しいスーパー5結回路

ら痛感することに，I_{c2} 合成にかかわる部品やラインに音質阻害要因がないよう十分な配慮をしないと，ひずみを落としても音はさっぱり，ということになりかねません．

これまでに作ったスーパー5結アンプがどうだったかというと，当時は回転シェルを持たず，鮮明な単段構成の真空管プリアンプもなかったので，音質に変化を聴くことができませんでした．

今回初めてスーパー5結によるひずみ率特性の大幅な向上について，音質の変容（高品位化が劣化か）をじっくり確認します．心して，関わる部品に磨きを掛けておくことにします．といっても回路が単純なので，注意すべきはEL 34のG_2電源とIc_2の検出抵抗くらいです．前者は電解コンデンサとフィルム・コンデンサとでしっかりバイパスし，後者には進工業の1/2 W平板状金皮抵抗を使いました．

あと大事なのはEL 34のエージングです．1日2～3時間の音出しでは，10日間ほどは音質が変化するようです．

3．RK 20 Aスーパー5結モノーラルPPアンプ

私の音響装置が近ごろひと皮むけ始めたと思うのに並行して，視覚に関するアマチュア的探求も一歩奥へ進んでおります．

以前に夜の樹間に浮び上がった眼の中に星や月が出現する即興絵画について言及しましたが，あれ以来，第2種残像というものに気付きました．聴覚でこれに似たものは，音楽にとって本質的要素をなしていると思います．

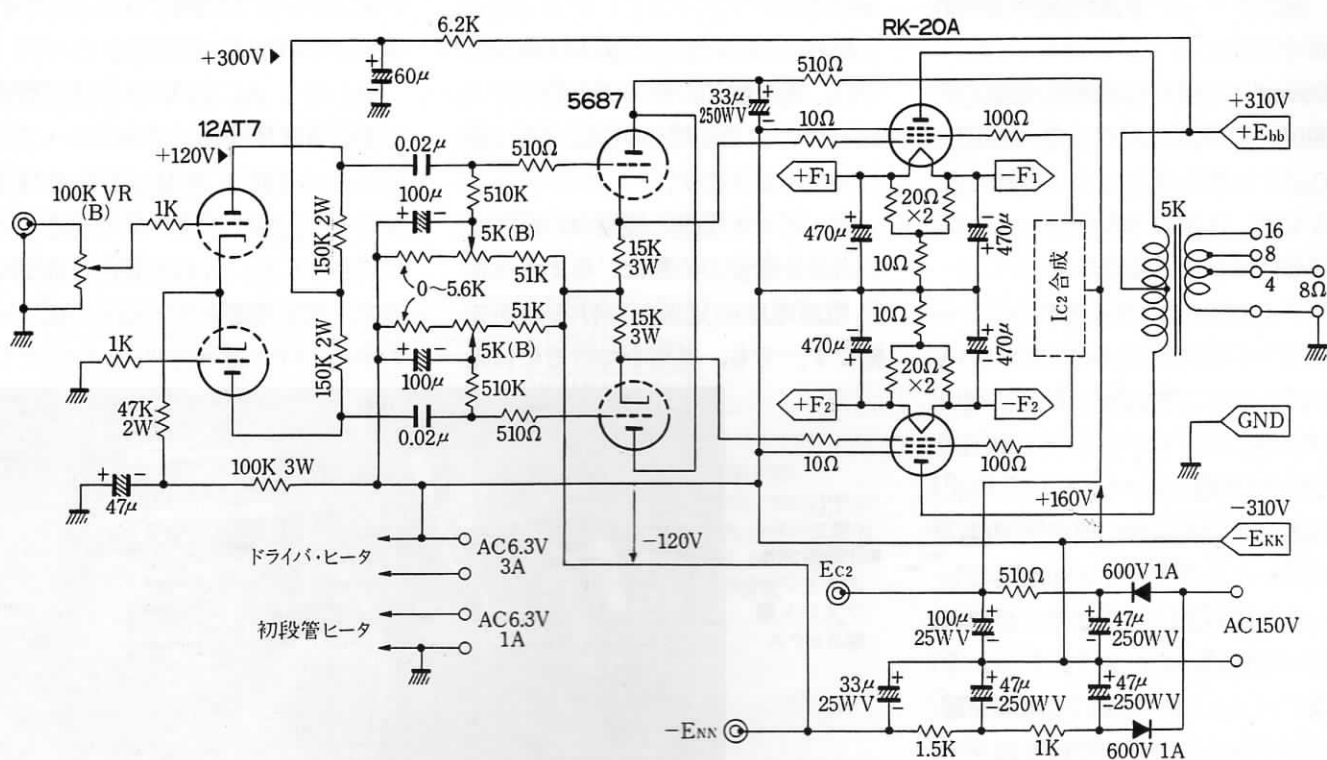
目の前方にあるある種の形――つまり眼に似た像――に感応すると，その中に星らしい光点が見え隠れするのです．何らかの切迫感を覚えないと現われないし，もう1カ月以上持続しているので，ふつうの単純な残像ではありません．

おかしかったのは，中天のプレアデスに目をこらしていると，その中にもうひとつ星が見え隠れしたことです．巴形というのが散文的な説明でしょうが，印象がずれています．

巴形といえば，樹間に浮び上がった眼の中に半月が出現する光景に見とれていると，その移動につれて，まぶしいりんかくの中に黒い葉の影が現われたりします．この微細な黒斑が微妙に揺れ動くと，現実なのか虚像の瞳なのか判別できず，そのうち遠近感が崩壊してしまいます．その葉の影に虫食い穴があったりして突如鋭く光輝を放つと，生々しさに心臓も体も氷つくほどです．これは写実主義なのかシュール絵画なのか，どちらなのでしょう．

先の第2種残像についていえば，ジャズはこの聴覚版の効果を大いに生かしていますね．モンクのピアノなど最たるものでしょう．

○　　○　　○

2本のトリウム・タングステン管のまわりに鉄材を林立させないよう，A電源ボックス，B電源ボックス，アンプ本体と3つのユニットに

〈第7図〉RK-20 Aスーパー5結PPアンプの回路図

音質については前項で触れたように，カーボン皮膜抵抗だけで作った状態では，派手なシャーシの色や主役のまぶしい光輝にしてはおしとやかでした．その後の手入れとエージングで，華とか艶とかいえるものが乗ってきました．

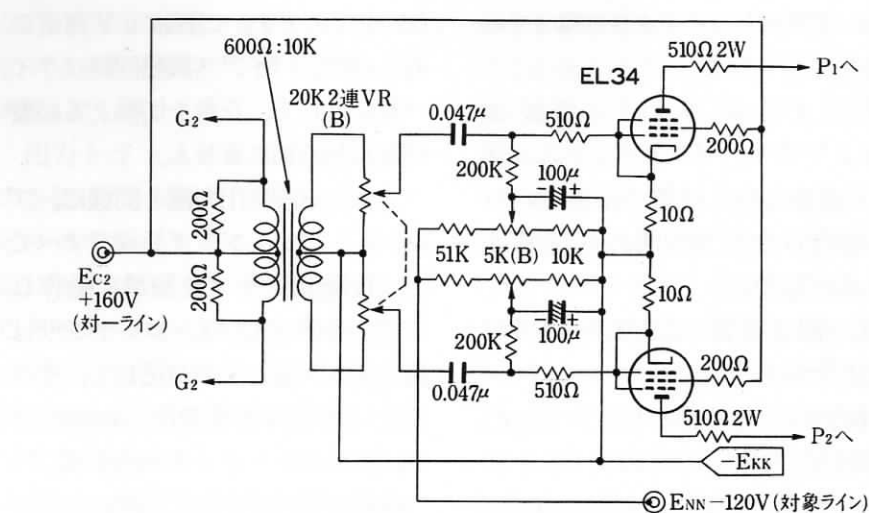
このすでにHi-Fiの水準に達したアンプをスーパー5結に変え，いっそうのひずみ低減が音質にどう作用するか，検討しましょう．この時点では変化を聴き分ける自信などなかったわけですが．

4．スーパー5結によるひずみ低減とその音質効果

視覚についての興味深い(そして相当怖い）体験をもうひとつ紹介します．

強いインパクトのある視覚像は，散索していてそろそろ切上げようと思ったころに現われるのが常です．“力を抜く”法則のひとつでしょうか．とりわけ強い心理的吸引力のある像――たいがい遠景と近景との重なりがつくるので移動してしまうと消えます――に目がぶつかった空端に，周囲の空間が変容し始めることがあります．点描画のように色だけが散乱していたり，逆に線だけが抽出されたりして，段階的に具象性が消失し，ついには完全な抽象絵画に至るのです．

あるとき，この空間の固定性が強く，元へ戻れなくなった(と感じた）ことがあります．それならと積極的にこの空間に没入すると，ちょっと名状し難い状態に至りました．大小感覚や明暗度がケタほど自在伸縮するという感じです．具象的な対象世界ははるかな昔，完璧に崩壊しています．

抽象絵画は現代絵画とされていますが，よく知ると，原始絵画は抽象から始まり，象徴を経て写実に至っています．ラスコーの壁画はこの進化のひとつの峠です．その後に凝縮と簡素化が続き，このような波状の歴史が幾度も繰返したようです．

とすれば，この視覚は原始回帰なのでしょうか．でも対象世界の崩壊の中でも，もとの眼の瞳の中の，1点の瞳孔だけは厳と残っています．周囲は樹葉が素材をなしてフーガのように変容する，この1点の象徴なのかも知れません．この瞳孔にいっそう視覚を集中すると，やがて具象世界が戻ってきました．

○　　　○　　　○

今月の製作のテーマであるスーパー5結の実行，そして大幅にひずみを低減したアンプの音に耳を傾けることにします．

(1) I_{c2}合成によるひずみ率の大幅減少

バイアス調整回路を含む合成補助管部の詳細な定数を**第9図**に示します．補助管EL 34の入力部にボリュームを設けていますが，これは最適合成量を求める便のためで，適正入力量がわかれば省くべきものです．EL 34の初期電流I_{bo-m}は，B級に近い10 mAに設定しました．

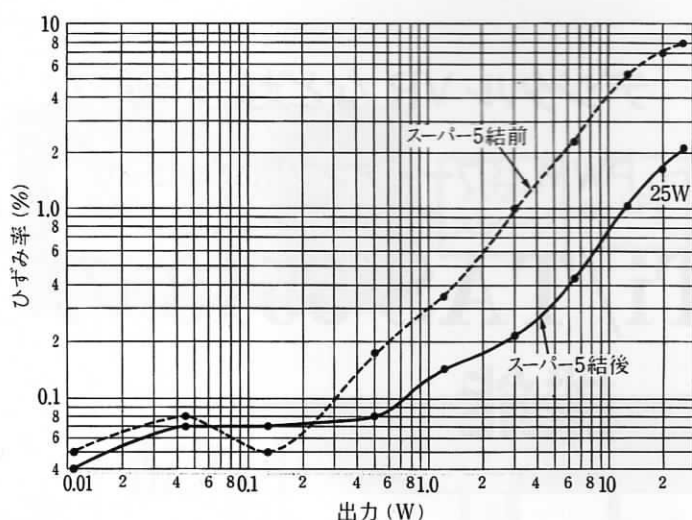
〈第9図〉新しく考案したI_{c2}合成回路

G_2電源供給線に入れた平衡ライン・トランス1次側に電流検出抵抗R_Sを抱かせますが，この値が合成量を決め，ひずみ低減の正否を左右する要めの定数です．この最適値を捜さなければなりません．

200 Ωから始めました．ここで検出されたI_{c2}相当信号電圧がトランスで4倍に増幅されてEL 34に入力され，出力への合成電流i_mに変換されるわけです．i_mはi_{c2}(I_{c2}の交流分）の約1.5倍でした．

ここでEL 34の初期電流にたち返って厳密に考えれば，I_{bo-m}は無信号時I_{c2}(9 mA)の1.5倍でなければならない理屈です．でも実際はおおざっぱで構いません．

10 mAの前後で変化させても，I_{c2}合成の効果に大差はありませんでした．

200 Ωの検出抵抗ではボリューム最大が最良で，ひずみ率特性は**第10図**のとおりでした．もとから微少ひずみだった小出力時を別にして，1 W以上の出力では14 dB(1/5) 減少しています．最大出力も25 Wに増大し，利得も上昇します．10数Wで1%に達するので，“最大出力付近までポイント・ワン”というスーパー5結の謳い文句にはほど遠いですが，10 W近くではAB級となり，“A級PPであるべし”というスーパー5結のしきたりを破っているの

〈第10図〉RK 20 A スーパー5結（I_{c2}合成は控え目）のときのひずみ率特性

で仕方がありません．それでも，私の音響生活水準ではおおむねポイント・ワン・アンプです．

ひずみ相殺の最適状態はR_Sがもっと大のところにあることが明白なのですが，この時点の成果に大喜びして，すぐさま音出し試験に移りました．そして，10日間ほどもエージングによる音の変容に耳を傾けたあと，初めて精密な電気特性の詰めに着手しました．

ところが，ついでに各所実験的配線を整理する荒っぽい電気工事をやったせいで，アンプが動かなくなってしまいました．締切直前のことなので腰を据えて修理する暇がなく，スーパー５結の最大効果を確認することができませんでした．ひずみの急減度合からして，あと軽く6 dBは落ちると思われ，ひずみ率改善20 dBは確実だと推定します．でも，データを掲げることができません．

もっとも読者のみなさんも例外なく，関心のあるのは音だと思います．音は10日にわたってじっくり聴いています．

(2) 弦楽器がすばらしい

単段構成の真空管プリアンプと接続し，２ウェイ・スピーカで音出し試験を行います．スーパー５結によるひずみ低域のあり・なしを，EL 34入力ボリュームの最大・最小で切り換え，音の差に聴き入ります．

わかり切ったことですが，初日はまるでダメでした．スーパー５結によって粒が目立つものの，聴こえるのは機械的なアレのようで輝きも艶も減退する一方，繊細さも落ちます．これは数時間のエージングでずいぶん改善されます．滑らかさが加わると，明瞭感の中から不快や鈍さが消えてゆきます．

日ごとのエージングが進むと，スーパー５結のひずみ低減によって，“明瞭で軽快になる”が“派手さは引っ込む”という傾向がはっきり現われ，これは雨の日でも聴き分けられます．そして２番目の傾向が“響きや輝きの減退”と感じられるか，“繊細な情緒があってなまめかしい”と受取られるかは，楽器によって対極的です．ピアノでは明瞭感が得られるものの，それはおとなしさとしか聴こえず，タッチの華（高音の輝き，低音の響き）が薄れる短所が目立ちます．かといって，微細な表現力がさほど向上したとも聴こえません．

ヴァイオリンでは反対です．スーパー５結なしの方が情緒は豊かですが各節がどことなく似ており，微妙な抑揚の表現力も落ちます．といっても，『四季』の情景の表現はまったく不満のない域に達しているのですが，スーパー５結へ移ると，何か霊的な存在まで現われる印象を受けます．スーパー５結なしの“春”が霧から姿を現わす日や陽光の注ぐ川面や木もれ陽の戯れだとすれば，スーパー５結の“春”は，未明にかすかな赤るみが差し始める頃から演奏の始まる音楽だ，といえましょうか．

どうやら，瞬間的に発音する鍵盤楽器が要求する音の鮮明さと，弦楽器など連続的に転音する楽器の要求する鮮明さとは，異種のものだという感触を強く受けます．スーパー５結による（1%以下をさらに小さくする）ひずみ低減は，後者の鮮明さを明らかに向上させるが，前者については疑問符がつく，というところでしょう．もっともひずみ低減の手法ないし，部品・配線に問題を残しているのであって，ひずみ低減の本質的な性質でないと推量しますが．

スーパー５結の正否にばかり聴覚を向けていると，RK 20 Aが怒ります．FET単段アンプと聴き較べをしてみました．この単段アンプは『ラジオ技術』主催の発表会で鳴らしたニュートロダイン式とまったく同じ回路で，いっそうコンパクトに組んだものです（やっぱり赤塗り）．

やはりピアノでは鮮明度で負けます．１枚ヴェールをかぶっています．でもヴァイオリンではなまめかしさの表現が上回るという印象を受けます．試聴会で鳴らされた“Take Five”のLP盤を聴いてみました．出だしの打音や後半のドラムスは，単段FETアンプの現実感が恐しい水準で，一歩引かざるをえません．でもサックスが鳴り出すと，前へ踏み出せます．

２台でステレオ演奏すると――多分，互いの長所だけを前に出すのでしょう――音源が頭上へせり上がり，私の五感も宙に浮かんでしまいました．